

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-043348

(43)Date of publication of application : 08.02.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/60

B23K 35/26

C22C 13/00

H05K 3/34

(21)Application number : 2000-221980

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP

<NTT>

(22)Date of filing : 24.07.2000

(72)Inventor : ISHII TAKAO

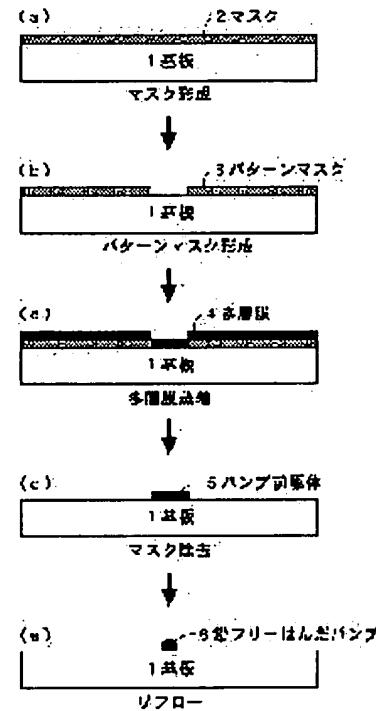
AOYAMA SHINJI

(54) LEAD-FREE SOLDER BUMP AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve a problem that, even if a solder composed of two or more metal elements is deposited, it is very hard to obtain a metal thin film having the same composition as that of the original solder since the steam pressures of respective single-element metals differ greatly.

SOLUTION: An organic resist material is applied on a substrate 1 to form a mask 2, and a pattern mask 3 is formed by patterning the mask 2. A multilayer film 4 having a thickness of about 5.5 μm is formed on the pattern mask 3 by repeating electron beam deposition of Sn:Au=900 nm:28 nm six times to have a composition of Sn:Au=95%:5%. The pattern mask 3 is removed by a lift-off method using an organic solvent to form a fine solder bump precursor 5 of 80 μm ; composed of the multilayer film 4. After a flux solution is applied, the composition is uniformed by annealing at about 200°C for 10 minutes. Furthermore, a reflow is performed by raising the temperature to 218°C to form a fine lead-free solder bump 6.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.05.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3640017

[Date of registration] 28.01.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-43348

(P2002-43348A)

(43) 公開日 平成14年2月8日(2002.2.8)

(51) Int.Cl. ¹	識別記号	F I	テ-マスク ² (参考)
H 01 L 21/60		B 23 K 35/26	3 10 A 5 E 31 9
B 23 K 35/26	3 10	C 22 C 13/00	
C 22 C 13/00		H 05 K 3/34	5 05 A
H 05 K 3/34	5 05		5 05 D
			5 12 C

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-221980(P2000-221980)

(22) 出願日 平成12年7月24日(2000.7.24)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 石井 隆生

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 青山 健二

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100081259

弁理士 高山 道夫 (外1名)

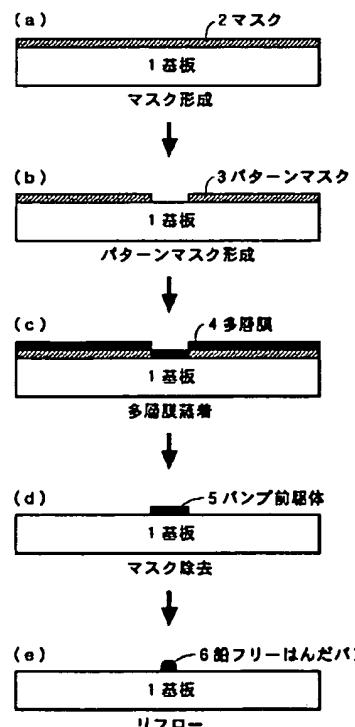
F ターム(参考) 5E319 AA03 AC01 BB01 BB04 BB05
CC33 CD06 CD29 QQ01

(54) 【発明の名称】 鉛フリーはんだパンプとその形成法

(57) 【要約】

【課題】 二元以上の金属からなるはんだ合金を蒸着しても単体金属の蒸気圧が大きく異なるため、もとのはんだ合金と同じ組成の金属薄膜を得ることは非常に困難である。

【解決手段】 基板1上有機レジスト材を塗布してマスク2とし、マスク2をパターンマスク3に形成した。電子ビーム蒸着法によりパターンマスク3上にSn95%:Au5%の組成になるように900nm:28nmを6回繰り替えし約5.5μm厚の多層膜4とした。有機溶剤を用いたリフトオフ法によってパターンマスク3を除去し、多層膜4からなる80μmの微小なはんだパンプ前駆体5を形成し、フラックス液を塗布し、約200°C、10minのアニールにより組成の均一化を行った。さらに、218°Cに温度を上げてリフローを行い微小な鉛フリーはんだパンプ6を形成した。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 $\text{Sn}_{1-x} \text{M}_x$ ($M : \text{Au}, \text{In}$ のうち少なくとも一つ以上を含みかつ $0 < x \leq 0.5$) なる組成を有する合金であることを特徴とする鉛フリーはんだバンプ。

【請求項2】 基板上にパターニングしたマスクを形成し、

その上から、 $\text{Sn}_{1-x} \text{M}_x$ ($M : \text{Au}, \text{In}$ のうち少なくとも一つ以上を含みかつ $0 < x \leq 0.5$) の組成になるように設定した Sn および M の膜厚を交互に蒸着して多層膜を形成し、

その後マスクを除去して前記多層膜からなるはんだバンプ前駆体を形成し、つぎにアニールを行ってバンプ前駆体の組成の均一化を行い、

さらに、前駆体の共晶温度においてリフローさせることを特徴とする鉛フリーはんだバンプの形成法。

【請求項3】 前記はんだバンプ前駆体のアニールを該前駆体の共晶温度より低い温度で行うことを特徴とする請求項2に記載の鉛フリーはんだバンプの形成法。

【請求項4】 パターニングするマスクとして有機レジスト材を用い、リフトオフ法によりマスクを除去することを特徴とする請求項2に記載の鉛フリーはんだバンプの形成法。

【請求項5】 パターニングするマスクとして金属マスクを用いることを特徴とする請求項2に記載の鉛フリーはんだバンプの形成法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体デバイス等に使用される鉛フリーはんだバンプ及びその形成法に関するもの。

【0002】

【従来の技術】 近年、環境汚染物質の削減やその代替物質への転換が呼ばれている中、電子機器の基板配線に大きな寄与をしてきたはんだの主成分である鉛の毒性がクローズアップされてきた。この発端は地下水を飲料水としているアメリカにおいて許容値を超える鉛が検出され、この原因が廃家電等のプリント基板が酸性雨にさらされることによって溶出したものと判断されたことによる。

【0003】 本来鉛の使用が最も多いのが自動車用のバッテリであり 70% と圧倒的で、はんだは他の鉛合金と合わせても 3% 前後の割合でしかない。しかし、バッテリは回収可能であるが、家電製品のプリント基板に使用されているはんだは回収が不可能に近く、廃家電はゴミという形で廃棄され、前述のように一度溶出してしまえば環境に与える影響は大きい。このような背景から鉛を含まないはんだ（鉛フリーはんだ）採用にむけての検討が各国で精力的に行われている。

【0004】 従来使われている鉛-スズ共晶はんだは融点、濡れ性、強度、価格等いずれにおいても優れた特性を有するが、これを凌駕する鉛フリーはんだを開発することは以下のような問題点があり非常に困難である。

【0005】 鉛フリーはんだはリフロー温度を反映する融点の観点からベースとなる材料にはスズが用いられ、第二元素としてビスマス、銀、銅、亜鉛、インジウム等が添加されるのが一般的である。しかしインジウムを除いていずれの組み合わせにおいても共晶温度は鉛-スズはんだのそれよりも高く、さらに濡れ性、強度、酸化等の点でも問題が多い。

【0006】 一方においてマルチメディア社会を支える、高速で広帯域な光通信用モジュールを構成する光デバイスや超高周波用電子デバイスの特性劣化を引き起こすことなく実装するためにははんだバンプとその形成技術は益々重要となってきている。特に携帯電話等の小型移動体通信手段の発展とともにデバイスの集積小型化が進みこのモジュール化に対応できる微小バンプとその形成法が必要とされている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 微小バンプを形成するためにははんだ材料を蒸着する手法が一般的である。しかし二元以上の金属からなるはんだ合金を蒸着しても通常は単体金属の蒸気圧が大きく異なるため、もとのはんだ合金と同じ組成の金属薄膜を得ることは非常に困難である。このため従来、鉛-スズ系微小はんだバンプを作製する場合には、所望の組成（例えば $\text{Sn} 74\% - \text{Pb} 26\%$ ）の薄膜を成膜するために 2 つの電子ビームを用いてスズと鉛の蒸気圧制御を独立に行なわねばならず、装置大型化と高度な作成技術が要求されるといった問題があった。

【0008】 本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、スズと鉛以外の金属との組み合わせによる鉛フリーはんだバンプを提供することを目的とする。また、本発明の他の目的は、スズと鉛以外の金属との組み合わせにおいて、通常の蒸着法によりスズの層膜と鉛以外の金属の層膜とによる多層膜の形成により目的の組成とし、低温アニールとリフローを行なって鉛フリーはんだバンプを形成する鉛フリーはんだバンプ形成法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するために本発明は、スズに対して鉛以外の相互拡散係数の大きい金属を選定しこの組み合わせの多層膜形成による蒸着法を採用することを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】 上記の課題を解決するために本発明の鉛フリーはんだバンプは、 $\text{Sn}_{1-x} \text{M}_x$ ($M : \text{Au}, \text{In}$ のうち少なくとも一つ以上を含みかつ $0 < x \leq 0.5$) なる組成を有する合金であることに特徴を有し

ている。

【0011】また、本発明の鉛フリーはんだバンプの形成法は、基板上にパターニングしたマスクを形成し、その上から、 $S_{n-1-x}M_x$ ($M : Au, In$ のうち少なくとも一つ以上を含みかつ $0 < x \leq 0.5$) の組成になるように設定した S_n よび M の膜厚を交互に蒸着して多層膜を形成し、その後マスクを除去して前記多層膜からなるはんだバンプ前駆体を形成し、つぎにアニールを行ってバンプ前駆体の組成の均一化を行い、さらに、前駆体の共晶温度においてリフローさせることに特徴を有している。

【0012】さらに、本発明の鉛フリーはんだバンプの形成法は、はんだバンプ前駆体のアニールを該前駆体の共晶温度より低い温度で行うことに特徴を有している。

【0013】また、本発明の鉛フリーはんだバンプの形成法は、パターニングするマスクとして有機レジスト材を用い、リフトオフ法によりマスクを除去することに特徴を有している。

【0014】さらに、本発明の鉛フリーはんだバンプの形成法は、パターニングするマスクとして金属マスクを用いることに特徴を有している。

【0015】

【実施例】以下に本発明の作用を本発明をなすに際して得た知見とともに説明する。一般には合金膜の目的組成に合うように多層に膜を積層しても相互拡散係数が小さいために組成の均一化は生じない。しかし、もし相互拡散係数が大きな金属の組み合わせが見つかれば、蒸着法により多層膜を形成して目的の組成とし、適切な低温アニールを行なえば組成の均一化が起り所望の組成を有するはんだが形成できると考えた。

【0016】そこでスズをベースとして第二金属としてビスマス、銀、銅、亜鉛、インジウム、金のうち一つを選び合金とした場合の相互拡散について検討した。この中で金、インジウムの場合については相互拡散が大きく200°Cで合金化が起ることが報告されている[L.Buen e,Thin Solid Films vol.47(1877)285,J.Bjontegaard et al.,Thin Solid Films vol.101(1983)253]。

【0017】図2はAu-Sn系の相図（状態図）であり、縦軸は融点温度、横軸はSn-Auの割合を示している。図に示すように、Sn-Au系の共晶温度はSn 95%-Au 5%で217°Cとなっており、この組成になるように膜厚を選択し、比較的低温の約200°Cでアニールすれば所望の均一な合金が得られ、さらに温度を共晶温度まで上げればリフローすることが予想される。

【0018】このような検討結果のもとに本発明者らは、微小バンプはんだ形成に必要な合金膜の蒸着膜を得るために、幾多の実験を重ねる過程においてSn-Au系もしくはSn-In系においては所望の合金膜が形成できリフトオフ法によりはんだバンプ前駆体を形成し、約220°C以下でリフローして微小はんだバンプが形成

することを見い出し本発明をなすに至った。

【0019】次に、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、実施の形態は一つの例示であって、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲で、種々の変更あるいは改良を行い得ることはいうまでもない。

【0020】（実施例1）図1は、本発明の一実施例における鉛フリーはんだバンプの形成法を説明する工程図である。

(a) 基板1上に適当な有機レジスト材を塗布してマスク2とし、

(b) マスク2を露光、現像等によりパターンマスク3に形成し、

(c) パターンマスク3上にSn 95%-Au 5%の組成になるように、SnとAuの薄膜を電子ビーム蒸着法により作成した。Sn: 900 nm → Au: 28 nmを6回繰り替えし約5.5 μm厚の多層膜4にした。

(d) その後、有機溶剤を用いたリフトオフ法によってパターンマスク3を除去し、多層膜4からなる80 μmの微小なはんだバンプ前駆体5を形成した。

(e) つぎに、フラックス液（ソルボンドR 5003）を塗布し、さらに約200°C、10 minのアニールにより組成の均一化を行った。さらに、218°Cに温度を上げてリフローを行い微小な鉛フリーはんだバンプ6を形成した。

【0021】（実施例2）

(b) 基板1上に80 μmの穴をパターニングした金属のパターンマスク3を用いた。

(c) パターンマスク3上にSn 95%-Au 5%の組成になるように、SnとAuの薄膜を電子ビーム蒸着法により作成した。Sn: 900 nm → Au: 28 nmを6回繰り替えし約5.5 μm厚の多層膜4にした。

(d) その後、有機溶剤を用いたリフトオフ法によってパターンマスク3を除去し、多層膜4からなる80 μmの微小なはんだバンプ前駆体5を形成した。

(e) つぎに、フラックス液（ソルボンドR 5003）を塗布し、さらに約200°C、10 minのアニールにより組成の均一化を行った。さらに、218°Cに温度を上げてリフローを行い微小な鉛フリーはんだバンプ6を形成した。

【0022】（実施例3）

(a) 基板1上に適当な有機レジスト材を塗布してマスク2とし、

(b) マスク2を露光、現像等によりパターンマスク3に形成し、

(c) パターンマスク3上にSn 95%-In 5%の組成になるように、SnとInの薄膜を電子ビーム蒸着法により作成した。Sn: 900 nm → In: 29 nmを6回繰り替えし約5.5 μm厚の多層膜4にした。

(d) その後、有機溶剤を用いたリフトオフ法によってパターンマスク3を除去し、多層膜4からなる80 μmの

の微小なはんだバンプ前駆体5を形成した。

(e) つぎに、フラックス液(ソルボンドR5003)を塗布し、さらに約190℃、10minのアニールにより組成の均一化を行った。さらに、210℃に温度を上げてリフローを行い微小な鉛フリーはんだバンプ6を形成した。

【0023】(実施例4)

- (a) 基板1上に適当な有機レジスト材を塗布してマスク2とし、
- (b) マスク2を露光、現像等によりパターンマスク3に形成し、
- (c) パターンマスク3上にSn95%-Au3%-In2%の組成になるように、Sn, Au, Inの薄膜を電子ビーム蒸着法により作成した。Sn: 900nm → Au: 16nm → In: 13nmを6回繰り替えし約5.5μm膜厚の多層膜4にした。
- (d) その後、有機溶剤を用いたリフトオフ法によってパターンマスク3を除去し、多層膜4からなる80μm²の微小なはんだバンプ前駆体5を形成した。
- (e) つぎに、フラックス液(ソルボンドR5003)を塗布し、さらに約200℃、10minのアニールにより組成の均一化を行った。さらに、210℃に温度を上げてリフローを行い微小な鉛フリーはんだバンプ6を形成した。なお、本実施例1～4ではSn95%-Au5%, Sn95%-In5%, Sn95%-Au3%-In2%の組成の合金についてのみその実施例を示したが、Sn, Au, Inの膜厚をSn_{1-x}M_x (M: A

10

20

u, Inのうち少なくとも一つ以上を含みかつ $0 < x \leq 0.5$)なる組成を有する合金となるよう設定して積層膜を形成し、実施例1～4の何れかの方法で鉛フリーはんだバンプ6を形成しても良い。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、Sn-Au系もしくはSn-In系においては蒸着により多層膜形成により所望の合金膜が形成でき、リフトオフ法により微小なはんだバンプ前駆体を形成し、約220℃以下でリフローし微小鉛フリーはんだバンプが形成することができる。220℃以下という比較的低温でリフローできることは、特に化合物系半導体デバイスのパッケージ化において特に大きな貢献をなすものである。

【図面の簡単な説明】

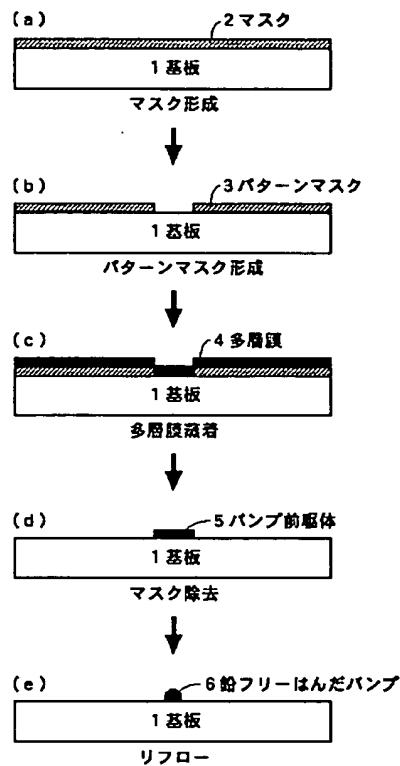
【図1】(a)～(e)は、本発明の一実施例における鉛フリーはんだバンプの形成法を説明する工程図である。

【図2】本発明の基本思想を説明するためのAu-Sn系の相図である。

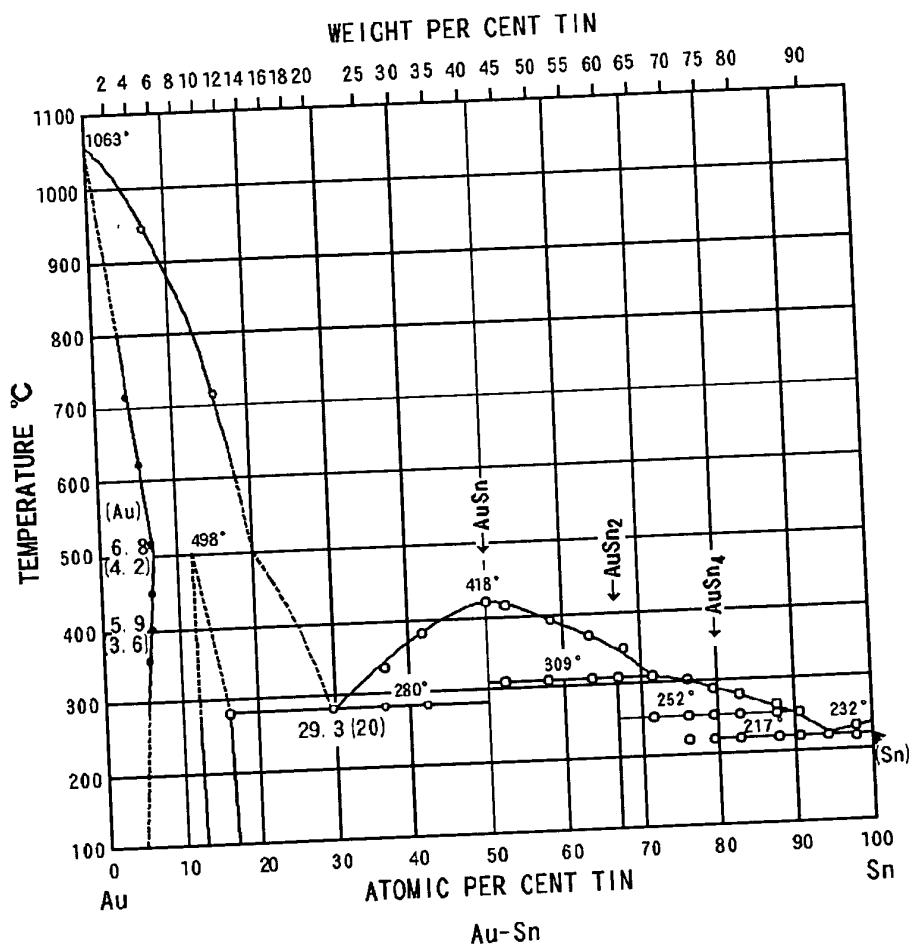
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 マスク
- 3 パターンマスク
- 4 多層膜
- 5 バンプ前駆体
- 6 鉛フリーはんだバンプ

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int.CI.⁷
H 0 5 K 3/34識別記号
5 1 2F I
H 0 1 L 21/92

マーク(参考)

6 0 3 B
6 0 4 C